

Fondation sur pieux battus: essai de chargement et mesures "in situ"

Autor(en): **Rabinovici, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **103 (1977)**

Heft 6

PDF erstellt am: **11.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-73231>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Fondation sur pieux battus

Essai de chargement et mesures « in situ »

par A. RABINOVICI, Berne

Introduction

Le pieu est un genre de fondation largement répandu. Son usage est facilité par les nombreuses techniques d'exécution. Bien que le pieu ait la réputation d'être une fondation sûre, parce que profonde, son mode de travail foré ou battu n'est pas encore élucidé. Ce problème fort complexe est abordé par les ingénieurs et les chercheurs dans un nombre considérable de travaux. Des études théoriques et des mesures sur pieux instrumentés se dégagent une meilleure compréhension de l'interaction pieu-sol et de la répartition des efforts dans le pieu. La portée de ces connaissances dans la pratique est encore limitée. Pour déterminer la capacité portante et le tassement d'un pieu, le praticien s'appuie sur les résultats des essais géotechniques, surtout *in situ*, sur son expérience et sur son jugement. Les entreprises spécialisées déterminent la charge limite d'un pieu battu par une formule dynamique adaptée aux caractéristiques de l'engin de battage. Souvent, et selon l'importance du projet, on exécute un ou plusieurs essais de charge, en général coûteux.

Le point de départ de cette publication réside dans l'observation de ce qui se passe quand on enfonce un pieu dans le sol. A l'occasion d'un essai de charge jusqu'à la rupture d'un pieu battu de type Zeissl, les déformations de la surface du sol autour du pieu ont été mesurées. L'examen de ces mesures a permis de faire quelques constatations qui, pensons-nous, ont un caractère plus général. Nous sommes persuadés que la multiplication de ce genre d'observations contribuera à élucider la question : que se passe-t-il en matière de fondation profonde ?

L'ouvrage, le sol et le type de fondation

La nouvelle station d'épuration à Kaufdorf, à 20 km au sud de Berne, se situe dans la plaine du Gürbetal. L'ouvrage comporte les bassins de décantation, deux digesteurs, le bâtiment de service et la station de pompage (fig. 1). Ces structures transmettent au sol des charges de 5-10 t/m². Le bon fonctionnement d'un ouvrage de ce genre dépend, dans une large mesure, du comportement de sa fondation.

La plaine du Gürbetal est constituée par des dépôts d'origine postglaciaire. Un forage de reconnaissance exécuté au préalable a mis à jour une formation épaisse de limon argileux avec restes organiques, de qualité médiocre.

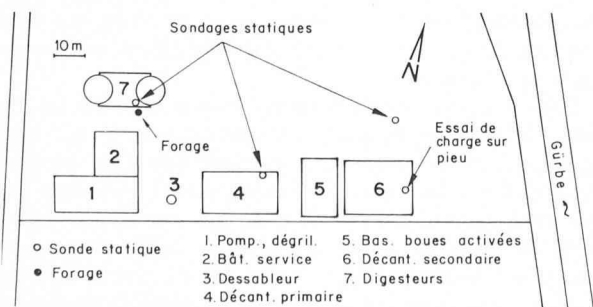


Fig. 1. — Plan de situation des essais avec l'emplacement des sondages.

Sur la base de ces indications, complétées par quelques pénétromètres dynamiques, il a été décidé d'exécuter une fondation sur pieux. L'étude géotechnique a été complétée dans ce sens, par un forage à rotation et trois pénétromètres statiques de 32 m de profondeur.

La figure 2 montre le profil du sol et un diagramme pénétrométrique caractéristique.

Jusqu'à -15 m, il y a une formation compressible de limon argileux organique, avec quelques bandes de tourbe. En dessous se trouve une argile consistante d'environ 5 m d'épaisseur. La couche sous-jacente est un sable limoneux de compacité moyenne. Après examen des conditions de sol et des résistances en pointe, il s'est avéré judicieux d'appuyer les pieux sur la couche d'argile. Elle aura la fonction de répartir les charges sur la couche sableuse sous-jacente.

Le fond de fouille étant à -4 m, la longueur du pieu devait être 12-14 m. Le pieu choisi est un pieu battu de type Zeissl de 50 cm de diamètre. Son exécution consiste dans le battage d'un tube métallique fermé à sa base, mise en place du béton et de l'armature, puis retrait du tube.

Le pieu est exécuté avec un bulbe d'environ 80 cm de diamètre. Sur la base des résistances en pointe et du frottement latéral, tirés des essais pénétrométriques, la capacité portante du pieu a été estimée à 150 t. La charge admissible serait 70 t. Ces résultats seront vérifiés par un essai de chargement.

Le projet prévoit un remblayage de 1,5 m autour des bassins. Pour réduire l'effet du frottement négatif sur les pieux, le sol a été préchargé durant une année par une

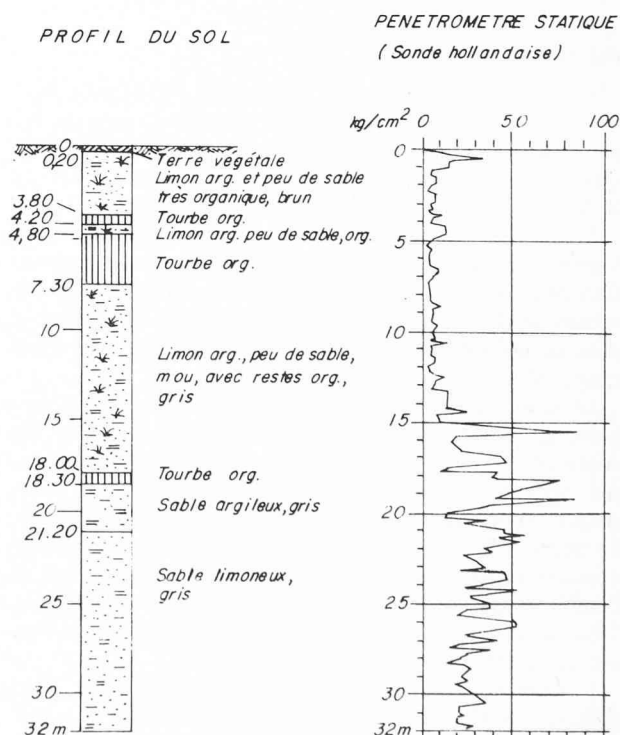


Fig. 2. — Profil du sol et diagramme de pénétration statique.

charge équivalente. Ce préchargement a produit un tassement de 20 cm environ.

Essais de charge

Le pieu d'essai, mis en place depuis le fond de fouille, a une longueur de 10 m. Il a été arrêté dès que la couche résistante a été atteinte, sans y être encastré. La charge appliquée est reprise par deux pieux de traction de 22 m de longueur, situés à 4,5 m du pieu d'essai. La figure 3 donne les diagrammes de battage des trois pieux sous forme de résistances dynamiques spécifiques, déduites de l'énergie de l'engin de battage et des caractéristiques du pieu.

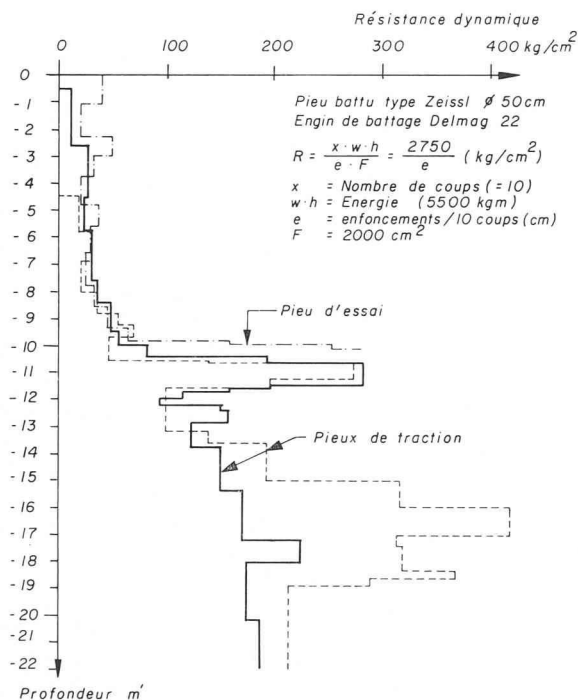


Fig. 3. — Diagramme de battage du pieu d'essai et des deux pieux de traction.

L'essai de charge nous a donné l'occasion de mesurer également les déformations de la surface du sol autour du pieu. A cet effet, des repères ont été implantés sur une ligne perpendiculaire à l'axe définie par le pieu d'essai et

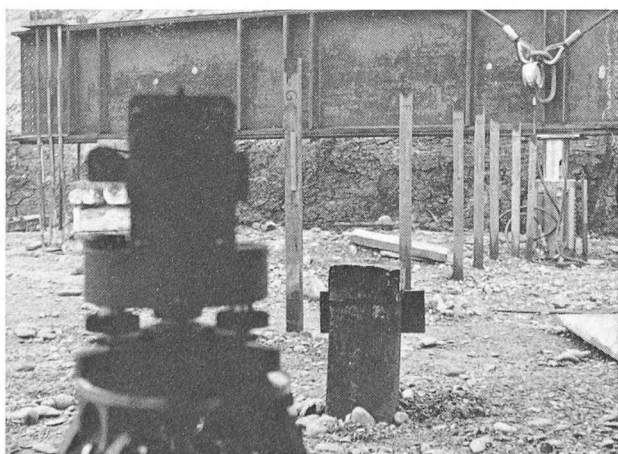


Fig. 4. — Disposition de l'installation de l'essai avec repères de mesures.

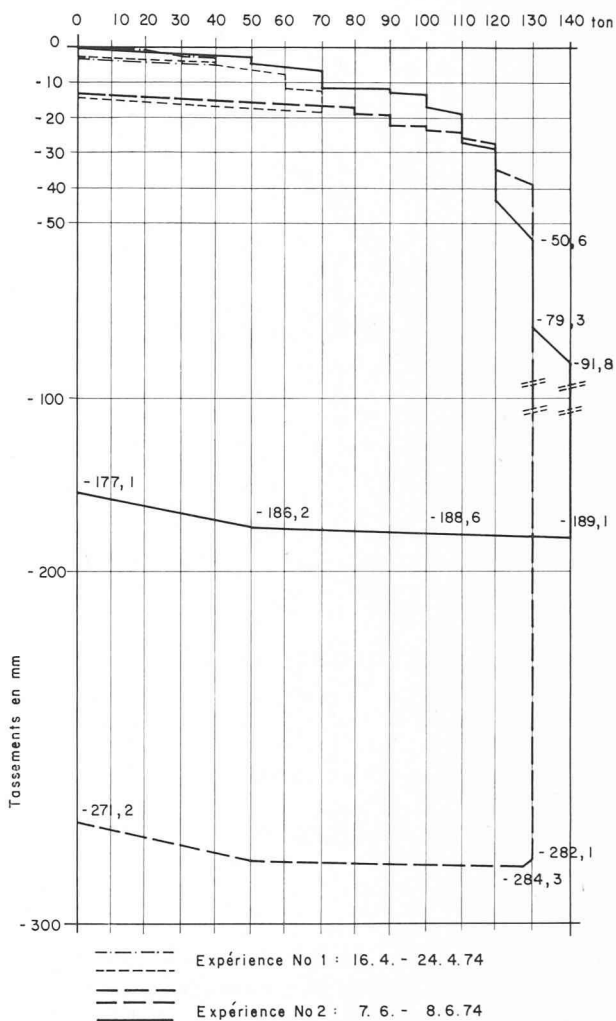


Fig. 5. — Diagrammes charge-tassement.

les deux pieux de traction. Toutes les mesures ont été faites par nivellement avec une précision de $\frac{1}{10}$ mm (fig. 4).

On admet généralement que la capacité portante d'un pieu battu dans un sol argileux s'améliore avec le temps. Ce phénomène est en relation avec la dissipation des pressions interstitielles induites par le battage. Pour cette raison, l'essai de charge a été répété à sept semaines d'intervalle. Les courbes charge-tassement ainsi obtenues sont données par la figure 5.

Comme on peut constater, l'influence du temps sur la charge limite est insignifiante. Les pieux de l'ouvrage ont été dimensionnés pour une charge utile de 60-70 t. La longueur d'encastrement dans la couche portante est de 2 m.

La courbe charge-tassement a servi également pour l'estimation du tassement de l'ouvrage (Haefeli et Bucher, 1961). Le module de déformabilité calculé est de 350 kg/cm^2 et le tassement correspondant est de 3 cm. Ceci a été vérifié par la mesure des tassements d'un bassin de décanation avant la mise en service. A cet effet, il a été rempli d'eau et observé pendant dix mois ; le tassement n'a pas dépassé 2 cm.

Déformation de la surface du sol autour du pieu

En complément à l'essai de chargement proprement dit, il nous a paru intéressant de mesurer également les défor-

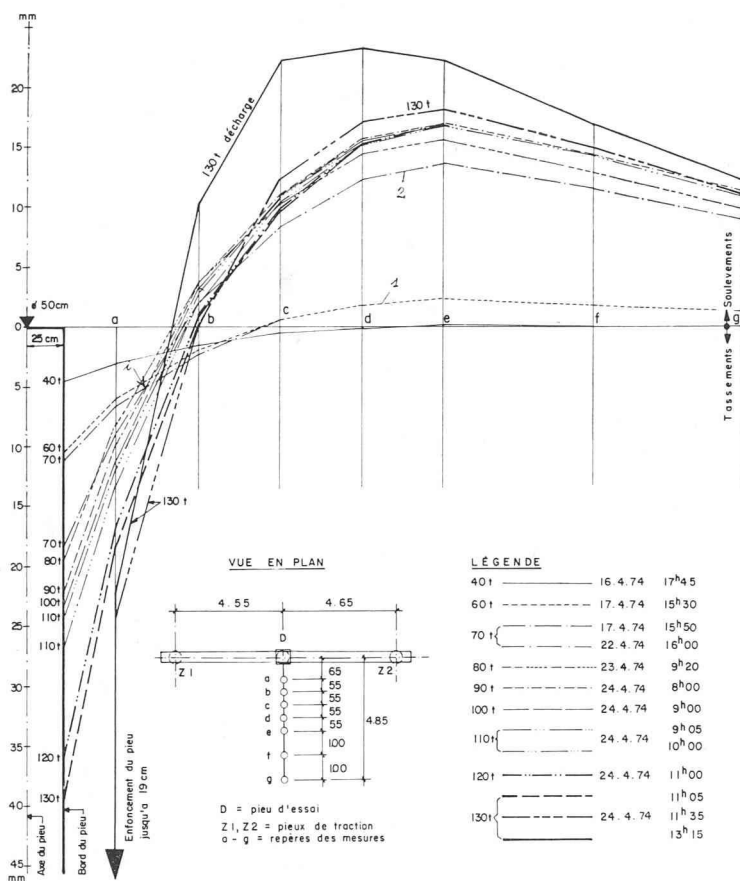


Fig. 6. — Déplacements de la surface du sol en fonction de la charge.

mations du sol autour du pieu. En les enregistrant systématiquement, ces déformations pourraient constituer une source de renseignements, du moins qualitatifs, concernant l'interaction pieu-sol.

De l'examen des courbes se dégagent quelques constatations :

— La réaction du sol se ressent à une distance > 5 m.

— *Charge 40-60 t*

La surface du sol se présente sous forme de cuvette qui rappelle le comportement d'un milieu élastique, sollicité par une charge concentrée. Ce problème a été déjà traité par Haber-Schaim, qui se servait de l'essai de chargement sur pieu pour déterminer la longueur élastique et le coefficient de raideur du sol. (J. Haber-Schaim, 1973.) Dans cet intervalle de charges, la transmission des efforts du pieu au sol environnant doit se faire essentiellement par frottement latéral. Par rapport au tassement, les soulèvements restent négligeables. Autour du pieu, un cylindre de sol d'un rayon d'environ 3 diamètres participe à la reprise des efforts de cisaillement.

— *Charge 70 t*

Cette charge, qui correspond à la charge utile, a été maintenue pendant plusieurs jours, jusqu'à la stabilisation des tassements. Durant ce temps, la courbe s'est déplacée de la position (1) en position (2) autour d'un point (i) situé entre les repères *a* et *b*. Les soulèvements sont du même ordre de grandeur que les tassements. La zone des tassements se rétrécit, celle des soulèvements s'élargit. Il semble qu'un transfert progressif des efforts vers la pointe a lieu, ce qui se manifeste par des soulèvements en surface. La décharge produit des

soulèvements supplémentaires, continus et presque uniformes.

— *Charge 130 t*

Au fur et à mesure que la charge approche la valeur limite, les tassements augmentent rapidement. Le sol autour du pieu subit des déformations de cisaillement importantes. Une surface de rupture dans le sol semble se produire entre le pieu et le repère *a*, car le déplacement de celui-ci reste stationnaire, tandis que le pieu continue à s'enfoncer. L'augmentation des soulèvements se produit dans une zone plus limitée, se déplaçant elle-même vers le pieu. Ceci supposerait un processus de refoulement du sol à partir de la pointe se dirigeant vers le fût du pieu. Pendant la décharge, le témoin *a* ne réagit plus, tandis que les autres accusent de petits soulèvements (fig. 7).

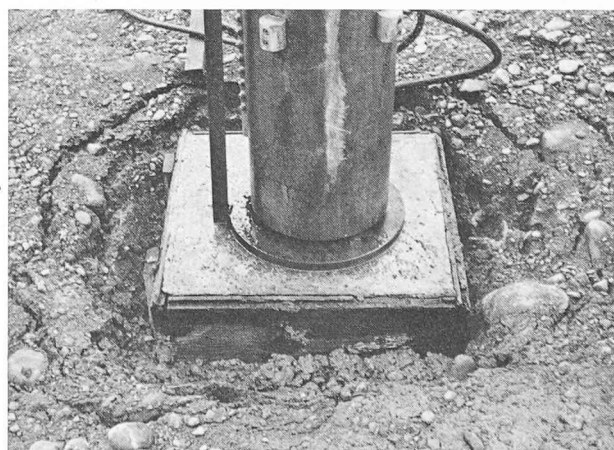


Fig. 7. — Etape de chargement 130 t.

Remarques finales

A l'occasion d'un essai de chargement sur un pieu battu, les déformations de la surface du sol ont été mesurées. De ces mesures, nous avons essayé de tirer quelques renseignements concernant l'interaction pieu-sol.

Nous pensons que par la multiplication de ce genre de mesures, surtout en profondeur, la compréhension du mode de travail des pieux ne pourra que s'améliorer.

Remerciements

Nous tenons à remercier l'Union des stations d'épuration Gürbetal pour l'appui accordé à la réalisation de cette étude.

RÉFÉRENCES

HABER-SCHAIM, J. (1973) : *Geomechanics*.

HAEFELI, R. et BUCHER (1961) : *New methods for determining bearing capacity and settlements of piles*. Proc. Fifth Int. Conf. Soil Mech. Found. Eng. Paris, Vol. 2, p. 65-72.

Adresse de l'auteur :

A. Rabinovici, Dr.-Ing.,
Balzari Blaser Schudel, ingénieurs et planificateurs
Kramburgstrasse 14
3006 Berne

Carnet des concours

N 12 — Autoroute Vevey - Fribourg - Berne — pont sur la Veveyse de Fégire

Les Départements des travaux publics des cantons de Vaud et de Fribourg, par l'intermédiaire du Bureau de construction des autoroutes vaudoises, ont ouvert un concours-soumission entre cinq entreprises de travaux publics pour l'établissement du projet et la remise d'une offre pour l'exécution du pont de l'autoroute N 12 sur la Veveyse de Fégire, destiné à assurer le passage de la route nationale sur le vallon du même nom, à la frontière des cantons de Vaud et de Fribourg.

Dans sa séance du 12 janvier 1977, le jury a attribué le premier prix au projet présenté par le groupe d'entreprises P. Chapuisat, à Lausanne, et Routes modernes SA, à Fribourg, et les bureaux d'ingénieurs Réalini et Bader SA, à Epalinges (VD), et J. et A. Barras, à Bulle, et a recommandé au maître de l'ouvrage de lui en adjuger les travaux.

Les projets seront exposés à l'Aula de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, avenue de Cour, à Lausanne, du lundi 4 au samedi 16 avril 1977.

*Bureau de construction
des autoroutes vaudoises*

Communications SVIA

L'assemblée générale ordinaire du 1^{er} avril 1977 à Epalinges

Le Comité de la SVIA invite les membres à sa 103^e assemblée générale ordinaire qui se tiendra le vendredi 1^{er} avril 1977¹, à 16 h. 30, à Epalinges, Salle communale.

Ordre du jour

1. Approbation du procès-verbal de l'assemblée générale ordinaire du 19 mars 1976.
2. Rapport présidentiel.
3. Rapport de gestion.
 - 3.1 Comptes 1976.
 - 3.2 Rapport des vérificateurs.
 - 3.3 Budget 1977.
 - 3.4 Cotisations 1977.
4. Elections statutaires.
 - 4.1 Election au Comité de section.

Composition du comité actuel :

Président : M. Eric Musy, architecte, réélu pour deux ans, en 1976.

Vice-présidents : M. Charles Bader, ingénieur civil, réélu pour deux ans en 1976 ; M. Konstantin Roduner, architecte, démissionnaire.

Membres : M. Danilo Mondada, architecte, président du GA, élu par le GA ; M. Ralph Néri, ingénieur civil, président du GI, élu par le GI ; M. Samy Gouda, ingénieur électricien et mécanicien, soumis à réélection ; Bernard Hagin, ingénieur civil, démissionnaire ; M. Tibère Wiesel, ingénieur civil, réélu pour deux ans en 1976 ; M. Jean-Pierre Wildi, ingénieur mécanicien, réélu pour deux ans en 1976.

Membres non soumis à réélection : MM. E. Musy, architecte, président ; Ch. Bader, ingénieur civil, vice-président ; D. Mondada, architecte, président du GA ; R. Néri, ingénieur civil, président du GI ; T. Wiesel, ingénieur civil ; J.-P. Wildi, ingénieur mécanicien.

Membre soumis à réélection : M. S. Gouda, ingénieur électricien et mécanicien.

4.2 Désignation des délégués à l'assemblée des délégués de la SIA

Les membres des comités SVIA, GA et GI seront proposés d'office lors de l'assemblée générale, ceci à moins qu'ils ne nous communiquent leur décision de renoncer à cette fonction.

Le comité serait en outre heureux de voir d'autres membres participer à l'activité de notre société. Il prie donc les membres qui souhaiteraient être proposés à l'assemblée générale de bien vouloir nous en informer. Les inscriptions seront prises en considération dans leur ordre d'arrivée à notre secrétariat.

Si le fait de s'absenter du bureau pour participer à l'assemblée des délégués qui a lieu le vendredi ou le samedi devait créer des problèmes à certains, nous les prions de nous le signaler.

Il est entendu que le fait de se présenter à la fonction de délégué implique un engagement de la part de nos membres dont nous attendons qu'ils participent le plus régulièrement possible à ces réunions.

4.4 Vérificateurs des comptes

Les membres suivants assument actuellement cette fonction : MM. professeur J.-P. Delisle, ingénieur civil ; Blaise Besuchet, ingénieur civil ; Willy Nicolet, architecte (suppléant).

MM. B. Besuchet et J.-P. Delisle renoncent à leur mandat et doivent être remplacés.

5. Présentation des membres admis à la SVIA en 1976.
6. Divers.

Nous prions les membres qui auraient des interventions à faire sous ce dernier point de bien vouloir, dans la mesure du possible, le faire à l'avance en écrivant au secrétariat de la SVIA.

L'assemblée sera suivie, à 18 heures, d'un exposé de M. Georges-André Chevallaz, conseiller fédéral, chef du Département des finances et des douanes, sur le thème : « Finances fédérales : évolution et perspectives. »

¹ En dérogation aux statuts de la SVIA (art. 18), l'assemblée générale n'a pas lieu avant le 1^{er} avril mais 24 heures plus tard, ceci en fonction des disponibilités du conférencier, M. le conseiller fédéral Georges-André Chevallaz. Etant donné la personnalité du conférencier, le comité pense qu'aucun des membres ne lui tiendra rigueur de cette infraction.